芪草提取物对蛋鸡产蛋性能、蛋品质及胆固醇代谢的影响

金　娜　姜晓茜　史雅然　刘艺林　邹闻书　刘凤华*

（北京农学院动物科学技术学院，北京　102206）

摘　要：本试验旨在研究芪草提取物对蛋鸡产蛋性能、蛋品质及胆固醇代谢的影响。试验选用 3 360 只 45 周龄的大午金凤蛋鸡，随机分成 2 个组，每组 12 个重复，每个重复 140 只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮中添加 400 mg/kg 的芪草提取物。试验期 12 周。结果表明：1）试验第 8、12 周，试验组蛋鸡的产蛋率、料蛋比显著高于对照组（P<0.05）。2）试验第 8、12 周，试验组鸡蛋的蛋白高度、哈氏单位均显著高于对照组（P<0.05）；试验第 12 周，试验组鸡蛋的蛋壳强度、蛋壳厚度均显著高于对照组（P<0.05）。3）试验第 12 周，试验组蛋鸡的血清总胆固醇含量显著低于对照组（P<0.05），试验组蛋鸡的肝脏中 3-羟-3-甲基戊二酸单酰辅酶 A 还原酶（*HMGR*）和卵巢中极低密度脂蛋白受体（*VLDLR*）基因表达水平显著低于对照组（P<0.05）。4）试验第 4~12 周，试验组鸡蛋的蛋黄胆固醇含量逐渐降低；试验第 12 周，试验组鸡蛋的蛋黄胆固醇含量显著低于对照组（P<0.05）。由此可见，饲粮中添加芪草提取物能提高蛋鸡的产蛋性能，改善鸡蛋品质，可通过调节血清中脂肪代谢指标和抑制 *HMGR*、*VLDLR* 基因表达降低鸡蛋蛋黄胆固醇含量。

关键词：芪草提取物；蛋鸡；产蛋性能；蛋品质；胆固醇代谢

中图分类号：S831　　　　　　文献标识码：　　　　　　文章编号：

随着我国经济的飞速发展，人民生活水平逐步提升，消费者对动物源性食品的需求也逐渐从数量向质量进行转变。鸡蛋是人们日常生活中最受欢迎的畜产品之一。最新研究显示，健康成年人平均每天吃 1 个鸡蛋，可能有助于降低患心脑血管疾病的风险，但长期大量食用则会增加疾病发生的风险。一枚普通鸡蛋的胆固醇含量约为 250 mg，而每人每天的胆固醇摄入量不宜高于 300 mg，这致使消费者不敢过多食用鸡蛋。因此，降低鸡蛋中的胆固醇含量，使消费者放心的食用鸡蛋，成为蛋鸡生产中亟需解决的问题。

药食同源中草药作为天然植物饲料添加剂已经越来越多的被应用到动物生产中。在饲粮中添加中草药添加剂可有效改善蛋鸡肠道功能，调节机体的代谢功能，促进蛋鸡的采食，进而提高蛋鸡的生产性能[1-2]。研究发现，益母草可以提高绿壳蛋鸡在产蛋中后期的生产性能，促进产蛋相关基因的表达，从而提高产蛋量、改善蛋品质[3]。徐国银[4]在蛋鸡饲粮中添加大豆黄酮，显著降低了鸡蛋的蛋黄胆固醇含量，并且时间越久作用效果越明显。郭静等[5]研究发现，黄芪多糖可以降低泡沫细胞内胆固醇脂的含量，且黄芪多糖浓度在 100 mg/L 时胆固醇脂含量最低。刘培培等[6]在蛋鸡饲粮中加入益母草等提取物，结果发现血清中的胆固醇、

收稿日期：2018-04-11

基金项目：中兽药（添加剂）及药食同源生物饲料学术创新团队；北京市科技计划课题（D171100002117002，Z171100004517011）；公益性行业（农业）科研专项课题（201403051-07）；学位点建设-含学位点合格评估-畜牧（专业学位）

作者简介：金　娜（1993-），女，北京人，硕士研究生，从事中兽医研究。E-mail：jinna15810509246@126.com

*通信作者：刘凤华，教授，硕士生导师，E-mail：　liufenghua1209@126.com

甘油三酯（TG）含量显著降低。

芪草提取物是由黄芪、益母草等天然植物经干燥提炼而成。黄芪不仅能扩张冠状动脉、改善心肌供血、提高免疫功能，还能延缓细胞衰老[7-8]。益母草具有活血、化瘀的功效，能够改善机体子宫、卵巢内部的血液循环，调节性激素水平，进而促进性激素的分泌。这些列入饲料原料目录的天然植物（中草药）既有预防疾病、调节免疫方面的功效，又具有多种营养作用，而且具有毒副作用小、无耐药性、不易残留等优点[9-11]。芪草提取物作为一种新型饲料添加剂，通过实验室前期的安全性试验及预试验确定了芪草提取物适宜添加量为 400 mg/kg。因此，本试验通过扩大试验规模，研究芪草提取物对蛋鸡产蛋性能、蛋品质及胆固醇代谢的影响，旨在探讨蛋鸡脂类代谢特点，研究其对鸡蛋形成过程中胆固醇代谢的影响。

1　材料与方法

1.1　试验动物与试验设计

选用 3 360 只 45 周龄健康的大午金凤蛋鸡作为试验动物，随机分成 2 个组，每组 12 个重复，每个重复 140 只鸡，双层笼养。对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮中添加 400 mg/kg 的芪草提取物。试验期 12 周。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet （DM basis）　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	58.12
豆粕 Soybean meal	20.58
石粉 Limestone	7.62
次粉 Wheat middling	4.57
棉籽粕 Cottonseed meal	3.31
豆油 Soybean oil	3.25
碳酸氢钙 $CaHPO_4$	1.76
预混料 Premix1)	0.55
食盐 NaCl	0.24
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels2)	
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.30
粗蛋白质 CP	16.39
钙 Ca	3.95
有效磷 AP	0.42
赖氨酸 Lys	0.86
蛋氨酸 Met	0.27
苏氨酸 Thr	0.68

1)预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 12 000 IU，VD_3 4 300 IU，VB_1 3 mg，VB_2 7 mg，VB_5 10 mg，VB_6 7 mg，VB_{12} 0.2 mg，VE 20 IU，

VK_3 3.2 mg，生物素 biotin 0.15 mg，叶酸 folic acid 1.1 mg，烟酸 nicotinic acid 50 mg，Cu 9 mg，Fe 50 mg，Mn 100 mg，Zn 85mg，Se 0.3 mg。

2)营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.2 饲养管理

试验鸡在同一栋鸡舍进行常规饲养，按照上、下层全折叠式笼养，每笼 4 羽。蛋鸡自由采食和饮水，光照时长 16 h/d。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 产蛋性能指标测定

每日观察鸡只健康状况，以重复为单位记录产蛋情况，每周结料 1 次，计算产蛋率、平均蛋重、平均日采食量、料蛋比。

1.3.2 蛋品质指标测定

试验第 4、8、12 周末，每个重复随机采集 6 枚鸡蛋进行蛋品质测定。

哈氏单位、蛋白高度测定采用多功能蛋品质分析仪(EA-01,ORKA/以色列)，蛋壳强度测定采用蛋壳强度测定仪(EFR-01,ORKA/以色列)，蛋壳厚度、蛋形指数测定采用游标卡尺。

1.3.3 蛋黄胆固醇含量测定

试验第 4、8、12 周末，每个重复随机采集 6 枚鸡蛋，分离蛋黄称重，取 1 g 蛋黄，采用北京北化康泰临床试剂有限公司所生产的胆固醇试剂盒测定蛋黄胆固醇含量。

1.3.4 血清中脂肪代谢指标测定

于试验第 12 周末，每个重复随机选取 1 只鸡，翅静脉采血 5 mL 于试管中，3 000 r/min 离心 15 min 分离血清，采用全自动生化分析仪（BS-200，迈瑞医疗国际股份有限公司）测定血清总胆固醇（TC）、TG、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）含量。

1.3.5 组织中胆固醇代谢指标测定

于试验第 12 周末，每重复随机选取 1 只鸡，采集肝脏和卵巢组织，立即放入液氮罐中保存。严格按照 Trizol 试剂盒（美国 Invitrogen 公司）说明书分别提取肝脏和卵巢组织的总 RNA，按照反转录试剂盒（TaKaRa）操作步骤将 mRNA 反转录成 cDNA，以β-肌动蛋白（β-actin）为内参，采用反转录 PCR（RT-PCR）法测定蛋鸡肝脏中 3-羟-3-甲基戊二酸单酰辅酶 A 还原酶(*HMGR*)和卵巢中极低密度脂蛋白受体(*VLDLR*)基因表达水平。引物序列见表 2。

表 2 引物序列

Table 2 Primer sequences

基因 Genes	序列 Sequences （5'-3'）	产物大小 Product size/bp
3-羟-3-甲基戊二酸单酰辅酶 A 还原酶 *HMGR*	F: GGTTCAAGGTGCAAGCCAAG R: AGCTGCCTTCTTAGTGCAGG	199
极低密度脂蛋白受	F: TGGAGCTGAATTGGTCACCC	239

体 *VLDLR*	R: TGTTGAATCCTCCACATCTCAG	
β-肌动蛋白	F：GAGAAATTGTGCGTGACATCA	152
β-actin	R：CCTGAACCTCTCATTGCCA	

1.4　统计分析

采用 SPSS 16.0 统计软件进行数据处理，用单因素方差分析和多重比较对数据进行分析和差异显著性比较，试验结果以平均值±标准差（mean±SD）表示，$P<0.05$ 表示差异显著。

2　结　果

2.1　芪草提取物对蛋鸡产蛋性能的影响

如表 3 所示，试验第 8、12 周，试验组蛋鸡的产蛋率和料蛋比显著高于对照组（$P<0.05$）。试验第 4、8、12 周，试验组蛋鸡的平均蛋重和平均日采食量与对照组相比无显著差异（$P>0.05$）。

表 3　芪草提取物对蛋鸡产蛋性能的影响

Table 3　Effects of *Qicao* extract on laying performance of laying hens

项目 Items	时间 Time/week	对照组 Control group	试验组 Experimental group	*P* 值 *P*-value
平均蛋重 Average egg weight/g	4	56.83±1.62	56.71±1.73	0.88
	8	57.03±1.63	57.28±1.79	0.77
	12	57.38±1.02	58.07±1.25	0.59
产蛋率 Laying rate/%	4	84.23±1.38	85.55±1.49	0.07
	8	84.96±1.54[a]	87.23±1.94[b]	<0.05
	12	84.03±2.25[a]	88.23±3.02[b]	<0.05
平均日采食量 Average daily feed intake/(g/d)	4	124.51±2.42	122.74±2.89	0.17
	8	126.14±2.47	123.49±2.84	0.06
	12	125.89±2.39	123.60±2.97	0.09
料蛋比 Feed/egg	4	3.09±0.40	3.51±0.47	0.06
	8	3.27±0.37[a]	3.67±0.43[b]	<0.05

	12	3.22±0.38[a]	3.65±0.45[b]	<0.05

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2 芪草提取物对蛋鸡蛋品质的影响

如表 4 所示，试验第 8、12 周，试验组鸡蛋的蛋白高度、哈氏单位均显著高于对照组（P<0.05）；试验第 12 周，试验组鸡蛋的蛋壳强度、蛋壳厚度均显著高于对照组（P<0.05）；试验第 4、8、12 周，试验组鸡蛋的蛋形指数与对照组相比无显著差异（P>0.05）。

表 4 芪草提取物对蛋鸡蛋品质的影响

Table 4 Effects of *Qicao* extract on egg quality of laying hens

项目 Items	时间 Time/week	对照组 Control group	试验组 Experimental group	P 值 P-value
蛋形指数 Egg shape index	4	1.27±0.02	1.27±0.02	0.83
	8	1.27±0.02	1.28±0.02	0.37
	12	1.27±0.01	1.28±0.01	0.17
蛋白高度 Albumen height/mm	4	6.23±0.04	6.27±0.09	0.25
	8	6.25±0.10[a]	6.36±0.10[b]	<0.05
	12	6.26±0.09[a]	6.39±0.11[b]	<0.05
哈氏单位 Haugh unit	4	78.54±2.63	80.98±2.98	0.06
	8	77.60±2.45[a]	80.64±2.34[b]	<0.05
	12	78.47±2.32[a]	82.11±2.63[b]	<0.01
蛋壳强度 Eggshell strength/(N/cm^2)	4	37.58±2.16	38.32±1.99	0.43
	8	38.21±2.09	40.04±2.05	0.06
	12	38.12±1.88[a]	40.06±2.18[b]	<0.05
蛋壳厚度 Eggshell thickness/×10^{-2}mm	4	35.54±1.64	35.92±1.45	0.57
	8	35.56±1.07	36.03±1.12	0.51
	12	35.91±0.99[a]	36.87±0.92[b]	<0.05

2.3 芪草提取物对蛋鸡血清中脂肪代谢指标的影响

如表 5 所示，试验第 12 周，试验组蛋鸡的血清 TC 含量显著低于对照组（P<0.05）；试验组蛋鸡的血清 TG、LDL-C 含量下降，HDL-C 含量升高，但均与对照组差异不显著（P>0.05）。

表 5 芪草提取物对蛋鸡血清中脂肪代谢指标的影响

Table 5 Effects of *Qicao* extract on serum lipid metabolism indices of laying hens

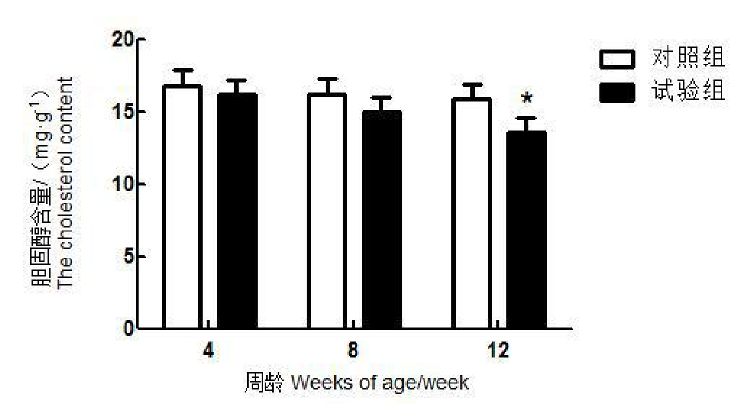
mmol/L

项目	对照组	试验组	P 值

Items	Control group	Experimental group	*P*-value
甘油三酯 TG	13.22±2.12	12.74±2.03	0.71
总胆固醇 TC	2.02±0.23[b]	1.74±0.21[a]	<0.05
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C	0.98±0.14	1.02±0.11	0.82
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C	0.84±0.21	0.78±0.18	0.65

2.4 芪草提取物对蛋鸡蛋黄胆固醇含量的影响

如图 1 所示，试验第 4、8 周，试验组蛋鸡的蛋黄胆固醇含量与对照组相比无显著差异（$P>0.05$）；试验第 12 周，试验组蛋鸡的蛋黄胆固醇含量显著低于对照组（$P<0.05$）。随着试验周期的延长，试验组蛋鸡的蛋黄胆固醇含量呈逐渐降低的趋势。



数据柱标注*表示差异显著（$P<0.05$）。下图同。

Value columns with * mean significant difference （$P<0.05$）. The same as below.

图 1 芪草提取物对蛋鸡蛋黄胆固醇含量的影响

Fig.1 Effects of *Qicao* extract on yolk cholesterol content of laying hens

2.5 芪草提取物对蛋鸡肝脏中 *HMGR* 和卵巢中 *VLDLR* 基因表达水平的影响

如图 2 所示，试验组蛋鸡肝脏中 *HMGR* 基因表达水平显著低于对照组（$P<0.05$）。

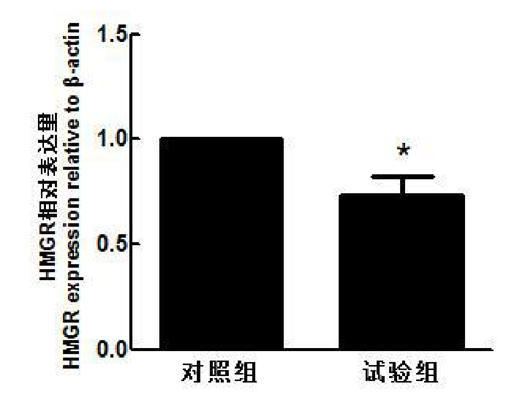


图 2　芪草提取物对蛋鸡肝脏中 *HMGR* 基因表达水平的影响

Fig.2　Effects of *Qicao* extract on expression level of *HMGR* gene in liver of laying hens

如图 3 所示，试验组蛋鸡卵巢中 *VLDLR* 基因表达水平显著低于对照组（*P*<0.05）。

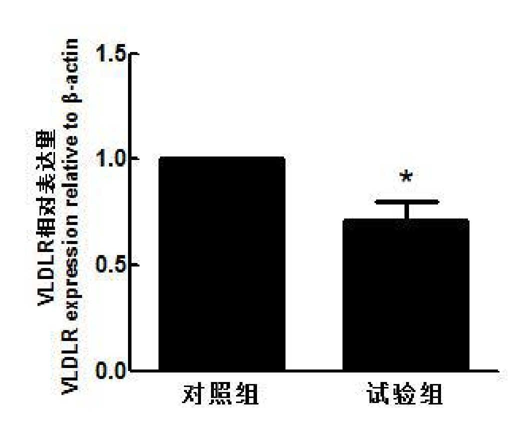


图 3　芪草提取物对蛋鸡卵巢中 *VLDLR* 基因表达水平的影响

Fig.3　Effects of *Qicao* extract on expression level of *VLDLR* gene in ovary of laying hens

3　讨　论

3.1　芪草提取物对蛋鸡生产性能的影响

芪草提取物是由黄芪、益母草等天然植物经干燥提炼而成。黄芪不仅能扩张冠状动脉、改善心肌供血、提高免疫功能，还能延缓细胞衰老[2,8]。饲粮添加黄芪多糖可显著提高产蛋后期蛋鸡产蛋率，降低料重比，提高生产性能[12]。药理研究表明，益母草具有活血、化瘀的功效，能够改善机体子宫、卵巢内部的血液循环，调节性激素水平，进而促进性激素的分泌。单味益母草可以显著提高小鼠的子宫、卵巢重与体重的比值[13]。在蛋鸡饲粮中添加益母草提取物后，产蛋率、平均蛋重增加，平均日采食量和料蛋比降低[14]。本试验结果显示，饲粮中添加芪草提取物后第 8、12 周，蛋鸡的产蛋率和料蛋比显著提高，与前人的报道结果一致。芪草提取物中的黄芪使蛋鸡的抵抗力增强，提高了饲料利用率，保证了较高的代谢和生殖能力。芪草提取物中的益母草促进了蛋鸡卵泡的发育，增强了机体代谢水平，从而使产蛋率升高；同时加强了蛋鸡对饲粮的消化吸收，改善了肠道功能，进而提高了饲料的消化率和利用率，降低了料蛋比，提高了蛋鸡的生产性能。

3.2　芪草提取物对蛋鸡蛋品质的影响

鸡蛋的蛋品质是反映蛋鸡生产性能的重要指标，也间接反映了机体的健康状况[15]。蛋品质分为内在品质和外在品质，哈氏单位、蛋白高度、蛋黄颜色这些不能直观从鸡蛋外壳表面被观测到的指标属于内在品质[16]；相应的，外在品质包括了蛋形指数、蛋壳强度、蛋重这些指标。

哈氏单位是评价浓蛋白稀薄化程度的指标，反映鸡蛋的新鲜度和蛋白品质[17]，蛋白高度越高，蛋越新鲜，哈氏单位越大，蛋清黏稠度越好[18]。本试验中，饲粮添加芪草提取物后，试验第 8、12 周，试验组鸡蛋的蛋白高度、哈氏单位均显著高于对照组，说明芪草提取物可以影响鸡蛋蛋白质的代谢，但作用机制尚不清楚。吴艺青[19]通过对慢性肾病大鼠灌胃黄芪观察其对钙磷代谢的影响，发现黄芪能够减轻钙磷代谢异常，减轻肾脏病理损害，改善钙磷代谢。蛋壳作为鸡蛋最坚硬的部分，它保护了蛋的内容物不受损伤，防止外界微生物的入侵，

同时也控制着体外胚胎发育时水分与气体的交换[20]。芪草提取物使蛋壳质量显著提高，可能是因为黄芪改善了机体的钙磷代谢，使蛋壳中钙含量增加，提高了蛋壳强度和蛋壳厚度，进而改善了蛋品质。

3.3　芪草提取物对蛋鸡血清中脂肪代谢指标的影响

高胆固醇膳食会引发冠心病、动脉粥样硬化等疾病，这类疾病以 TC 和 TG 含量高、血液脂质含量高、血脂黏稠度高、血液流动性下降为特点，从而导致血栓的形成。

低密度脂蛋白（LDL）运输内源性胆固醇的主要载体，高密度脂蛋白（HDL）的功能是逆向转运胆固醇，将脂类由外周转运至肝脏分解代谢。HDL-C 和运输胆固醇酯的方向不同，HDL-C 转运胆固醇脂到肝细胞内被水解，具有减弱消除血液中胆固醇的作用，而 LDL-C 是转运内源性胆固醇，将脂类由肝脏向外周转运，如果血清 LDL-C 含量增高的话，会引起血清 TC 和 TG 含量增高，形成高脂血症[21]。因此，与 LDL-C 作用相反，HDL-C 含量高能预防高血脂病，有助于机体内血脂的代谢和转运。黄芪多糖具有调节血脂作用，能有效地降低正常人血液中 TC 和 LDL-C 含量。朱欣佚等[22]研究表明，黄芪多糖能够有效降低糖尿病模型大鼠的血清 TG 含量，增加 HDL-C 含量，与模型组比较差异显著。益母草碱中的胍基结构对于抗血小板具有明显的凝聚作用，它能够增加冠状动脉的流量，医学上常用此作为质控指标[23]。本试验结果表明，饲粮添加草提取物使血清中的 TG、LDL-C 含量降低，HDL-C 含量升高，TC 含量显著降低。血清 TC 含量与鸡蛋蛋黄中胆固醇含量呈正相关，所以芪草提取物可能通过调节血脂来达到有效降低胆固醇含量的目的。

3.4　饲粮中添加芪草提取物对蛋黄胆固醇含量的影响

本试验结果表明，在蛋鸡饲粮中加入芪草提取物后，随着试验时间的延长，蛋黄胆固醇含量逐渐降低，在第 12 周时显著下降，说明芪草提取物产生作用需要一定的时间。徐国银[4]在蛋鸡饲粮中添加大豆黄酮，结果表明大豆黄铜使蛋黄胆固醇含量显著降低，并且时间越久作用效果越明显。本试验结果与前人研究基本一致，主要因为黄芪和益母草中富含生物碱活性物质，可以和胆固醇部分结合[24]，减少了肠道对胆固醇的吸收，从而降低了胆固醇的含量。对于芪草提取物作用的最佳时长及是否可以通过增加剂量来缩短起效时间尚需进一步研究。

3.5　芪草提取物对蛋鸡肝脏、卵巢组织胆固醇代谢的影响

蛋黄中的胆固醇主要来源于肝脏和卵巢。胆固醇合成是一个多步酶促反应的过程，肝脏中的 HMGR 是胆固醇合成的限速酶，决定着反应的快慢，控制游离胆固醇的生物合成。胆固醇以载脂蛋白-B（Apo-B）为载体，在各种转运因子的协助下合成并从肝脏中释放，最终到达生长中的卵母细胞，在溶酶体的作用下分解为游离胆固醇，最后以游离的形式伴随卵母细胞的生长，最终使胆固醇沉积在蛋黄中。卵巢中 VLDLR 是蛋鸡血液胆固醇的主要载体，储存的 TC 经转运后到达卵巢卵母细胞，通过受体介质卵细胞卵黄生成受体（OVR）的胞吞作用，被生长中的卵母细胞吸收，最终形成蛋黄中 95%的胆固醇[25-26]。通过抑制该酶和该基因的表达，对降低蛋黄胆固醇含量有非常显著的作用。

本试验中，饲粮添加芪草提取物使卵巢中 *VLDLR* 基因表达水平显著下降，间接表明胆固醇在卵母细胞中的沉积量变少。血清中 TC 含量与鸡蛋蛋黄中胆固醇含量呈正相关，在芪草提取物的作用下都呈下降趋势。芪草提取物影响蛋黄胆固醇含量的作用机制有待于进一步研究。

4 结 论

饲粮中添加芪草提取物能提高蛋鸡的产蛋性能，改善鸡蛋品质，可通过调节血清中脂肪代谢指标和抑制 *HMGR*、*VLDLR* 基因表达降低鸡蛋蛋黄胆固醇含量。

参考文献：

[1] 陈艳珍.影响鸡蛋中胆固醇含量的因素[J].黑龙江畜牧兽医,2011(5):37–39.

[2] 刘勇.有机养殖对绿壳蛋鸡生产性能和鸡蛋品质的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2009.

[3] 孙晓蛟.益母草对绿壳蛋鸡生产性能、血清指标及相关基因表达的影响[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2013.

[4] 徐国银.日粮中添加异黄酮对肉鸡和蛋鸡生产性能的影响及其内分泌机制的研究[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2007.

[5] 郭静,王治平,高小花,等.黄芪多糖对上调 *ABCA*1 表达与泡沫细胞内胆固醇含量的关系分析[J].长治医学院学报,2017,31(4):244–246.

[6] 刘培培,臧素敏,王娟,等.螺旋藻粉、地黄多糖和益母草提取物对蛋鸡蛋品质和部分生化指标的影响[J].中国家禽,2016,38(12):25–30.

[7] QIU Y,HU Y L,CUI B A,et al.Immunopotentiating effects of four Chinese herbal polysaccharides administered at vaccination in chickens[J].Poultry Science,2007,86:2530-2535.

[8] 司昌德,闵亚宏.黄芪多糖对肉仔鸡免疫功能的影响[J].中国预防兽医学报,2008,30(12):978-980.

[9] 张桂枝,罗永煌,靳双星,等.中药连板芪合剂对肉仔鸡生产性能及免疫功能的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(15):55–58.

[10] 肖敏华,石达友,莫桂芬,等.中药复方对慢性热应激蛋鸡生产性能和心脏组织 HSP70 表达量的影响[J].中兽医医药杂志,2011,30(1):23–25.

[11] 宋宇轩,金彪,王杏利,等.中草药添加剂对鸡蛋胆固醇含量的影响[J].西北农业学报,2002,11(3):4–7.

[12] 官丽辉,张立永,刘海斌,等.黄芪多糖对蛋鸡生产性能、生殖激素及血液生理生化指标的影响[J].中国粮油学报,2015,30(7):70–76.

[13] 富宏骞.中药治疗奶牛卵巢静止的研究[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2008.

[14] 刘培培,臧素敏,杨丽亚,等.益母草提取物对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2017(8):178–180.

[15] BATKOWSKA J,BRODACKI A,KNAGA S.Quality of laying hen eggs during storage depending on egg weight and type of cage system (conventional vs. furnished cages)[J].Annals of Animal Science,2014,14(3):707–719.

[16] ONYIMONYI A E,UGWU S O C.Performance of laying hens fed varying dietary levels of Bambara (*Voandzeia subterrenea* Thouars) offals[J].International Journal of Poultry Science,2007,6(3):223–226.

[17] MOMOH O M,ANI A O,UGWUOWO L C.Part-period egg production and egg quality characteristics of two ecotypes of nigerian local chickens and their f1 crosses[J].International Journal of Poultry Science,2010,9(8):744–748.

[18] YING Y,HAN C Y,TABASSUM C M,et al.Effect of quercetin on egg quality and components in laying hens of different weeks[J].Journal of Northeast Agricultural University,2015,22(4):23–32.

[19] 吴艺青,高银龙,陶静,等.黄芪对慢性肾脏病大鼠钙磷代谢及 FGF23-Klotho 轴的影响[J].南京中医药大学学报,2018,34(2):118–122.

[20] 张扬.蛋鸡饲粮添加茶多酚提取物对鸡蛋品质影响的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2016.

[21] ARAI H,TERAMOTO T,DAIDA H,et al.Efficacy and safety of the cholesteryl ester transfer protein inhibitor anacetrapib in Japanese patients with heterozygous familial hypercholesterolemia[J].Atherosclerosis,2016,249:215–223.

[22] 朱欣佚,谢建军,王长松.玉竹多糖对糖尿病模型大鼠糖脂代谢和脂质过氧化作用的影响[J].江苏中医药,2008,40(10):114–116.

[23] 周远鹏,刘文化,邵国贤.益母草碱、丁香酰胍醇及丁香酸氨基醇酯类化合物抗血小板聚集活性及其与结构的关系[J].中国药学杂志,1996(5):271–274.

[24] 朱元召,葛金山,姚宝强,等.发酵植物蛋白质饲料替代豆粕对蛋鸡产蛋性能和蛋品质的影响[J].饲料博览,2010(10):1–5.

[25] SCHRIEWER H,NOLTE W,SCHULTE H,et al.VLDL cholesterol and VLDL apolipoprotein B.Preliminary cross-sectional data of the prospective epidemiological study of company employees in Westphalia[J].Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry,1987,25(5):293–298.

[26] LU C W,LO Y H,CHEN C H,et al.VLDL and LDL,but not HDL,promote breast cancer cell proliferation,metastasis and angiogenesis[J].Cancer Letters,2017,388:130－138.

Effects of *Qicao* Extract on Laying Performance, Egg Quality, Cholesterol Metabolism of Laying Hens

JIN Na JIANG Xiaoqian SHI Yaran LIU Yilin ZOU Wenshu LIU Fenghua*

(*Animal Science and Technology College*, *Beijing University of Agriculture*, *Beijing* 102206, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of *Qicao* extract on laying performance, egg quality and cholesterol metabolism of laying hens. A total of 3 360 *Dawu Jinfeng* laying hens aged at 45 weeks were randomly divided into 2 groups with 12 replicates per group and 140 hens per replicate. Hens in the control group were fed a basal diet, and the others in the experimental group were fed the basal diet supplemented with 400 mg/kg *Qicao* extract. The experiment lasted for 12 weeks. The results showed as follows: 1) on weeks 8 and 12 of the

*Corresponding author, professor, E-mail: liufenghua1209@126.com (责任编辑 武海龙)

experiment, the laying rate and the ratio of feed to egg of laying hens in experimental group were significantly higher than those in the control group (P<0.05). 2) On weeks 8 and 12 of the experiment, the albumen height and Haugh unit of egg in experimental group were significantly higher than those in the control group (P<0.05); on week 12 of the experiment, the eggshell strength and eggshell thickness of egg in experimental group were significantly higher than those in the control group (P<0.05). 3) On week 12 of the experiment, the serum total cholesterol content of laying hens in experimental group was significantly lower than that in the control group (P<0.05), the gene expression levels of 3-hydroxy-3methylglutary CoA reductase (*HMGR*) in liver and low density lipoprotein receptor (*VLDLR*) in ovary of laying hens in experimental group were significantly lower than those in the control group (P<0.05). 4) On weeks 4 to 12 of the experiment, the yolk cholesterol content of egg in experimental group was gradually decreased; on week 12 of the experiment, the yolk cholesterol content of egg in experimental group was significantly lower than that in the control group (P<0.05). In conclusion, dietary supplemented *Qicao* extract can increase the laying performance and egg quality of laying hens, and decrease the yolk cholesterol content of egg by regulating the fat metabolism indices in serum and inhibiting the expression of *HMGR* and *VLDLR* genes.

Key words: *Qicao* extract; laying hens; laying performance; egg quality; cholesterol metabolism